

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
8 juillet 2004 (08.07.2004)

PCT

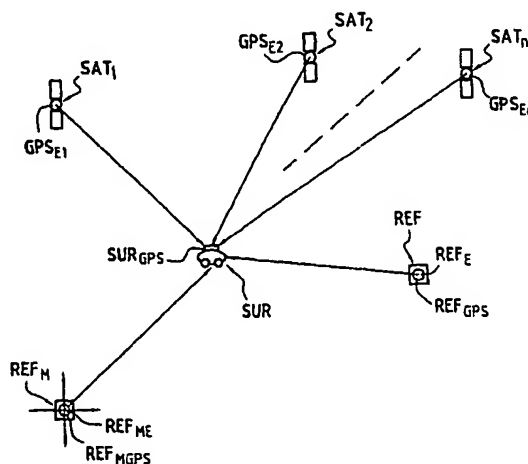
(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/057364 A3

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : G01S 5/14 (72) Inventeurs; et
(21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR2003/050176 (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : HER-
NANDEZ-PAJARES, Manuel [ES/ES]; Dolors Almeda,
1, D, 403a, Cornella, E-08940 BARCELONE (ES);
JUAN-ZORNOZA, José Miguel [ES/ES]; Art, 55,
102a, E-08041 BARCELONE (ES). SANZ-SUBI-
RANA, Jaume [ES/ES]; Diputació, 99, 202a, E-08015
BARCELONE (ES). GARCIA-RODRIGUEZ, Alberto
[ES/NL]; Hoofdweg 1547, 2157 BA Abbenes (NL).
(22) Date de dépôt international : 16 décembre 2003 (16.12.2003)
(25) Langue de dépôt : français
(26) Langue de publication : français (74) Mandataire : LEPERCQUE, Jean; 94, rue Saint Lazare,
F-75442 PARIS (FR).
(30) Données relatives à la priorité : 0216227 19 décembre 2002 (19.12.2002) FR (81) États désignés (national) : AB, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KB, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : OR-
GANISATION INTERGOUVERNEMENTALE DITE
AGENCE SPATIALE EUROPÉENNE [FR/FR]; 8-10
rue Mario-Nikis, F-75738 PARIS CEDEX 15 (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR REAL TIME NAVIGATION USING SATELLITE TRANSMITTED THREE-CAR-
RIER RADIO SIGNALS AND IONOSPHERIC CORRECTIONS

(54) Titre : PROCÉDE ET SYSTÈME DE NAVIGATION EN TEMPS REEL A L'AIDE DE SIGNAUX RADIOELECTRIQUES
A TROIS PORTEUSES EMIS PAR DES SATELLITES ET DE CORRECTIONS IONOSPHERIQUES



(57) Abstract: The invention concerns a method for real time navigation for locating a nomad (<I>SUR</I>) using radio signals with three carriers of three different frequencies, to determine the position of a user, transmitted by satellites (SAT₁-GPSE<SB>E1</SB> A SAT_n-GPSE_{En}). The method comprises a first step which consists in determining extra-long-path carrier phase ambiguity, a second step which consists in estimating long-path phase ambiguity, and a third step which consists in resolving the phase ambiguity of one of the frequencies. One additional step consists in real time application of ionospheric corrections during the third step, said ionospheric corrections being based on a constantly updated ionospheric model of said ionospheric layer calculated by a reference fixed earth station (<I>REF-REF<SB>E</SB></I>), combined with geodesic data calculated by a so-called master reference fixed earth station (<I>REF<SB>M</SB>-REF<SB>ME</SB></I>). The invention also concerns a system for implementing said method.

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/057364 A3



SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale: 12 août 2004

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de navigation en temps réel pour localiser un nomade (SUR) à l'aide de signaux radioélectriques à trois porteuses de trois fréquences distinctes, pour déterminer la position d'un utilisateur, émis par des satellites (SAT₁-GPSE_{E1} à SAT_n-GPSE_{En}). Le procédé comprend une première étape de détermination d'ambiguïté de phase de porteuse de "chemin extra-long", une deuxième étape d'estimation d'ambiguïté de phase "de chemin long" et une troisième étape de résolution de l'ambiguïté de phase d'une des fréquences. Une étape supplémentaire consiste en l'application de corrections ionosphériques en temps réel pendant la troisième étape, ces corrections ionosphériques étant basées sur un modèle ionosphérique de ladite couche ionosphérique continuellement mis à jour calculé par une station terrestre fixe de référence (REF-REF_E), combiné avec des données géodésiques calculées par une station terrestre fixe de référence, dite maître (REF_M-REF_{ME}). L'invention concerne aussi un système pour la mise en oeuvre du procédé.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCI/FR 03/501/b

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01S5/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	HERNANDEZ-PAJARES M ET AL: "Impact of real-time ionospheric determination on improving precise navigation with GALILEO and next-generation GPS" PROCEEDINGS ION GPS-2002, September 2002 (2002-09), XP001173132 Portland, Oregon, USA the whole document	1-9
A	US 5 805 108 A (LENNEN GARY R) 8 September 1998 (1998-09-08) abstract column 16, line 6 - column 17, line 20	1,8
A	US 6 356 232 B1 (ALBER CHRISTOPHER ET AL) 12 March 2002 (2002-03-12) abstract	1,8
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

8 document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 June 2004

Date of mailing of the international search report

18/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Roost, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCI/FR 03/501/6

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>VOLLATH U ET AL.: "Analysis of three-carrier ambiguity resolution technique for precise relative positioning in GNSS-2"</p> <p>NAVIGATION. JOURNAL OF THE INSTITUTE OF NAVIGATION, SPRING 1999, INST. NAVIGATION, USA,</p> <p>vol. 46, no. 1, April 1999 (1999-04), pages 13-23, XP008024320</p> <p>ISSN: 0028-1522</p> <p>cited in the application abstract</p>	1,8
A	<p>JUNG J, ENGE P, PERVAN B: "Optimization of Cascade Integer Resolution with Three Civil GPS Frequencies"</p> <p>INSTITUTE OF NAVIGATION, GPS 2000 CONFERENCE,</p> <p>19 September 2000 (2000-09-19), - 22 September 2000 (2000-09-22) XP008024327</p> <p>SALT LAKE CITY, UT</p> <p>cited in the application abstract</p>	1,8
A	<p>HERNANDEZ-PAJARES M, JUAN JM, SANZ J, COLOMBO OL: "Tomographic modeling of GNSS ionospheric corrections: Assessment and real-time applications"</p> <p>PROCEEDINGS OF THE ION GPS-2001, September 2001 (2001-09), pages 616-625, XP008024325</p> <p>Salt lake City, Utah</p> <p>cited in the application abstract</p>	1,8
A	<p>HERNANDEZ-PAJARES M ET AL: "Improving the real-time ionospheric determination from GPS sites at very long distances over the equator"</p> <p>JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1 OCT. 2002, AMERICAN GEOPHYS. UNION, USA,</p> <p>vol. 107, no. A10, October 2002 (2002-10), pages S1A10-1-10, XP008024333</p> <p>ISSN: 0148-0227</p> <p>cited in the application abstract</p>	1,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/FR 03/501/6

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5805108	A	08-09-1998	NONE
US 6356232	B1	12-03-2002	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements

membres de familles de brevets

PCT/FR 03/50176

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5805108	A	08-09-1998	AUCUN
US 6356232	B1	12-03-2002	AUCUN

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 03/50176

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 G01S5/14		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 G01S		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	HERNANDEZ-PAJARES M ET AL: "Impact of real-time ionospheric determination on improving precise navigation with GALILEO and next-generation GPS" PROCEEDINGS ION GPS-2002, septembre 2002 (2002-09), XP001173132 Portland, Oregon, USA le document en entier	1-9
A	US 5 805 108 A (LENNEN GARY R) 8 septembre 1998 (1998-09-08) abrégé colonne 16, ligne 6 - colonne 17, ligne 20	1,8
A	US 6 356 232 B1 (ALBER CHRISTOPHER ET AL) 12 mars 2002 (2002-03-12) abrégé	1,8
-/-		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </div>		
* Catégories spéciales de documents cités:		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>*L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre la principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>*X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>*Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>*Z* document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <div style="text-align: center; font-weight: bold;">10 juin 2004</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <div style="text-align: center; font-weight: bold;">18/06/2004</div>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Roost, J</div>

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 03/50176

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>VOLLATH U ET AL: "Analysis of three-carrier ambiguity resolution technique for precise relative positioning in GNSS-2"</p> <p>NAVIGATION. JOURNAL OF THE INSTITUTE OF NAVIGATION, SPRING 1999, INST. NAVIGATION, USA, vol. 46, no. 1, avril 1999 (1999-04), pages 13-23, XP008024320</p> <p>ISSN: 0028-1522</p> <p>cité dans la demande abrégé</p>	1,8
A	<p>JUNG J, ENGE P, PERVAN B: "Optimization of Cascade Integer Resolution with Three Civil GPS Frequencies"</p> <p>INSTITUTE OF NAVIGATION, GPS 2000 CONFERENCE, 19 septembre 2000 (2000-09-19), - 22 septembre 2000 (2000-09-22) XP008024327</p> <p>SALT LAKE CITY, UT</p> <p>cité dans la demande abrégé</p>	1,8
A	<p>HERNANDEZ-PAJARES M, JUAN JM, SANZ J, COLOMBO OL: "Tomographic modeling of GNSS ionospheric corrections: Assessment and real-time applications"</p> <p>PROCEEDINGS OF THE ION GPS-2001, septembre 2001 (2001-09), pages 616-625, XP008024325</p> <p>Salt lake City, Utah</p> <p>cité dans la demande abrégé</p>	1,8
A	<p>HERNANDEZ-PAJARES M ET AL: "Improving the real-time ionospheric determination from GPS sites at very long distances over the equator"</p> <p>JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1 OCT. 2002, AMERICAN GEOPHYS. UNION, USA, vol. 107, no. A10, octobre 2002 (2002-10), pages S1A10-1-10, XP008024333</p> <p>ISSN: 0148-0227</p> <p>cité dans la demande abrégé</p>	1,8